

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-006514

(43)Date of publication of application : 14.01.1993

(51)Int.Cl.

G11B 5/31

(21)Application number : 03-183791

(71)Applicant : VICTOR CO OF JAPAN LTD

(22)Date of filing : 28.06.1991

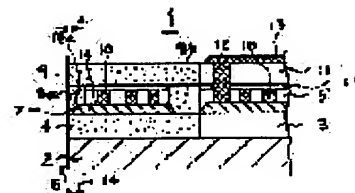
(72)Inventor : FUJISAWA WATARU

## (54) THIN-FILM MAGNETIC HEAD

## (57)Abstract:

PURPOSE: To enable recording on a high-coercive force medium to be carried out without having partial magnetic flux saturation of intermediate cores since the reduction in the thickness in the perpendicular direction from the medium-facing surface of the intermediate cores is prevented by a spacer even if a life size is set short and to obtain recording characteristics of good efficiency since the leakage of magnetic fluxes can be decreased by the spacer.

CONSTITUTION: This invention relates to an improvement of the thin-film magnetic head constituted by forming a lower core 4, an upper core 9 and the intermediate cores 8a, 8b connecting these cores of the magnetic materials in insulating layers 3, 5, 11, the front surfaces of these insulating layers including the connecting surfaces of the above-mentioned cores being approximately flat, and by forming a gap 7 in the juncture between the lower core 4 and the intermediate core 8a. The spacer layer 14 thicker than the gap 7 (layer) is formed between the lower core 4 and the intermediate core 8a holding the gap 7 ( $t < s$ ).



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

18.03.1994

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

2658638

[Date of registration]

06.06.1997

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-6514

(43)公開日 平成5年(1993)1月14日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

G 1 1 B 5/31

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

C 7326-5D

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平3-183791

(22)出願日 平成3年(1991)6月28日

(71)出願人 000004329

日本ビクター株式会社

神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地

(72)発明者 藤沢 渉

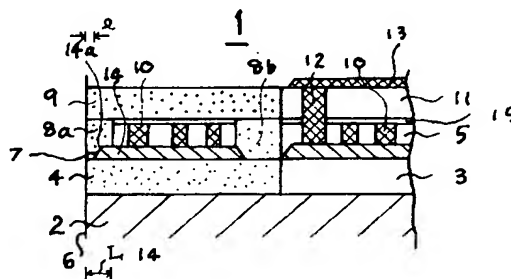
神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地 日本ビクター株式会社内

(54)【発明の名称】 薄膜磁気ヘッド

(57)【要約】

【構成】 下コア4，上コア9，これらを接続する中間コア8a，8bが絶縁層3，5，11中の磁性体により構成され、前記各コアの接続面を含む前記各絶縁層の表面が略平坦であって、下コア4，中間コア8aの接続部にギャップ7を形成してなる薄膜磁気ヘッドの改良である。ギャップ7を挟む下コア4，中間コア8aの間にギャップ7（層）より厚いスペーサ層14を形成した（ $t < s$ ）。

【効果】 寿命寸法1を短く設定しても、スペーサ14により中間コア8aの媒体対向面からの垂直方向の厚みLが薄くならないので（ $L > 1$ ）、中間コア8aの部分的な磁束飽和がなく、高抗磁力媒体に記録が可能となる。スペーサ14により磁束の漏れを減少することができるので、効率の良い記録特性が得られる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】下コア、上コア、これらを接続する中間コアが絶縁層中の磁性体により構成され、前記各コアの接続面を含む前記各絶縁層の表面が略平坦であって、前記コアの接続部にギャップを形成してなる薄膜磁気ヘッドにおいて、ギャップを挟むコアの間に、ギャップ層より厚いスペーサ層を形成したことを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項2】スペーサ層材料のエッチングレートが、被加工材である絶縁層材料のエッチングレートより遅い材料であることを特徴とする請求項1記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項3】スペーサ層は、端部の厚みがギャップに向かって減少したテーパ状であることを特徴とする請求項1または請求項2記載の薄膜磁気ヘッド。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は薄膜磁気ヘッドに係わり、特に高密度磁気記録に好適な薄膜磁気ヘッドに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】最初に、図8を参照して従来の薄膜磁気ヘッド20の構造と製造方法を説明する。基板21上に磁性膜を形成し、フォトリソグラフィやエッチングにより下コア22を形成する。下コア22上に端部が(磁気)ギャップ23となるように非磁性材24を形成する。次に、絶縁層25、導体層を形成し、フォトリソグラフィやエッチング法等を用いて、コイルパターン26とする。コイルパターン26が形成され段差のついたコイル形成面上に、絶縁層27、磁性層を形成して、上

コア28とする。

【0003】従来の薄膜磁気ヘッド20においては、絶縁層25と段差のあるコイルパターン26上に、絶縁層27を形成し、さらにこの絶縁層27の上に、上コア28を形成しているもので、層を重ねるごとに、その段差は大きくなる。例えば、通常の両コアの厚さが約5 $\mu\text{m}$ 、コイルパターンの厚さが約3 $\mu\text{m}$ の場合、上コア形成直前においては、段差は10 $\mu\text{m}$ にまで達する。

【0004】このような段差がある面上においては、フォトリソグラフィによる解像度が極端に悪くなり、段差の大きさ程度の解像度が限度であった。そのため、コイルの巻数を多くするために、コイルパターン26のピッチ間隔を小さく形成しようとしても解像度が悪いため、小さくできない。その結果、その上下に形成する上下コア22、28の長さを大とする必要があり、磁路長の増加により磁気抵抗が高くなり、薄膜磁気ヘッドとしては、性能が悪くなるという問題点があった。

【0005】このような問題点を解決したものとして、本出願人が先に出願した特開平3-58308号公報記載の薄膜磁気ヘッドがある。これは、図9に示すよう

に、絶縁層にエッチングによりコア形状の溝を形成し、その溝に磁性体を充填し、表面を平坦化し、それを積み重ねて磁気回路を形成した薄膜磁気ヘッド30である。31、32a、32b、33は磁性体からなるコア、35はコイルパターン、36、37、38は絶縁層、39は磁気ギャップである。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】前記薄膜磁気ヘッド30には以下のような問題点があり、高性能で信頼性の高い薄膜磁気ヘッドを提供することが困難であった。①通常、ヘッドが媒体と対向する面(スライダ面)からギャップが開き始めるところまでを寿命寸法またはギャップ深さと呼び(図9及び図10中の1)、これが大きければ磨耗によるヘッド寿命は伸びる。しかし、大きすぎると磁気抵抗が大きくなるため記録時はギャップ先端での漏れ磁束が減少して効率が落ち、再生時は出力が減少するため、適当な長さに設定する必要がある。例えば磁気ディスク用浮動ヘッドの場合、寿命寸法は一般に1 $\mu\text{m}$ 前後に設定される。しかし、図10のように、寿命寸法を短く設定するほど中間コアの媒体対向面と垂直方向の厚みが薄くなるため、磁極の一部が飽和しやすい。

【0007】②また、図9のような薄膜磁気ヘッド30においては、コア状の溝を例えば反応性ドライエッチング(RIE)によって加工するため、エッチング側壁が垂直形状となり易く、そこに埋込み形成された磁性体(コア)断面も垂直となり、1層分のコアはブロック状を呈する。そして、このようなブロック状のコアを積み重ねることにより、全体としてリング状の磁気回路を形成するので、角張ったコア断面形状を有することとなり、図8に示した薄膜磁気ヘッドの磁束(図中のG1)と比較して磁束(図中のG2)が磁気ギャップ先端に集中しにくい。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は上記問題点を解決するために、下コア、上コア、これらを接続する中間コアが絶縁層中の磁性体により構成され、前記各コアの接続面を含む前記各絶縁層の表面が略平坦であって、前記コアの接続部にギャップを形成してなる薄膜磁気ヘッドにおいて、ギャップを挟むコアの間に、ギャップ層より厚いスペーサ層を形成した薄膜磁気ヘッドを提供するものである。

【0009】上記のように構成された薄膜磁気ヘッドにおいては、ギャップ層より厚いスペーサによりギャップを挟むコアの媒体対向面からの垂直方向の厚みLが寿命寸法1よりも薄くならないので( $L>1$ )、コアの部分的な磁束飽和がない。また、ギャップを挟むコアの間にスペーサ層を形成したので、磁束の漏れが減少する。

## 【0010】

【実施例】本発明になる薄膜磁気ヘッドの一実施例を以下図面と共に詳細に説明する。本薄膜磁気ヘッドは、絶

10

20

30

40

50

緑層にエッチングによりコア形状の溝を形成し、その溝に磁性体を充填し表面を平坦化し、それを積み重ねて磁気回路を形成するものであり、さらに、磁気ギャップ層を挟む磁性体層（コア）の間にギャップ層より厚いスペーサ層を形成したものである。

【0011】【実施例1】第1図は本発明になる薄膜磁気ヘッド1を示す概略断面図である。同図に示すように、基板2上には平坦な下部絶縁層3が形成されており、この下部絶縁層3に形成された溝に磁性材が充填され、前記下部絶縁層3と段差なく平坦に形成された下コア4が形成されている。

【0012】下部絶縁層3上には中間絶縁層5が形成されており、この中間絶縁層5の端部（記録媒体対向面6）には（磁気）ギャップ7を介して、磁性材からなる中間コア8aが下コア4と近接するように埋設され、この中間コア8aと距離を隔てた内側には磁性材からなる中間コア8bが下コア4と直接接合するように埋設されている。中間絶縁層5の内部には、平面的なコイルパターン10が前記中間コア8bを取り巻くように螺旋状に埋設されている。コイルパターン10の一端部は、上部絶縁層11に穿設されたスルーホール内に埋められた導体12を介して、外部のリード線13と接合し、外部装置と電気的な接続が可能となっている。なお、15はコイルパターン10と上コア9との絶縁層である。

【0013】また、前記中間絶縁層5の上には上部絶縁層11が形成され、この上部絶縁層11には両端部が中間コア8a及び8bと接合するように上コア9が形成され、前記下コア4と共に磁気回路を形成している。さらに、ギャップ7を挟む上コア9と中間コア8aの間に、上コア9上にギャップ（層）7（厚さt）より厚いスペーサ層14（厚さs）が形成されている（ $t < s$ ）。スペーサ層14の端部14aの厚みはヘッド先端部（記録媒体対向面6、ギャップ7）に向かって減少し、スペーサ層14の端部14aはテーパ状である。

【0014】このように、本発明になる薄膜磁気ヘッド1においては、平坦な3つの絶縁層、すなわち、下部絶縁層3、中間絶縁層5、上部絶縁層11が積み重ねられ、これら絶縁層内の所定の個所に形成された磁性層が接続され磁気回路を形成しているため、段差のない各絶縁層面でフォトリソグラフィが可能となる。よって、寸法精度の優れた小型のコイルパターン・磁気コアが得られるので、磁気抵抗が低く、性能の良い薄膜磁気ヘッドを得ることが可能となる。

【0015】さらに、寿命寸法（図中の1）を短く設定しても、スペーサ14により中間コア8aの媒体対向面からの垂直方向の厚みLが薄くならないので、コアの部分的な磁束飽和がなく、高抗磁力媒体に記録が可能となる。また、スペーサ（層）14を形成することにより磁束の漏れを減少することができるので、効率の良い記録特性が得られる。さらに、スペーサ14の端部14aを

テーパ形状にすることにより、ヘッド先端部分（ギャップ近傍）の磁界がギャップ先端に集中するので、効率の良い書き込みが可能となる。

【0016】次に、薄膜磁気ヘッド1の製造方法について、図6及び図7を参照して説明する。

第1工程（図6のA）

基板2にSiO<sub>2</sub>、TiO<sub>2</sub>、W<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等の絶縁層3を1～10μmの厚さに、スパッタ、蒸着、CVD等により形成し、フォトリソグラフィとエッチングにより、コア形状の溝4Xを形成する。

【0017】第2工程（図6のB）

Fe、Co、Niを主成分とした軟磁性薄膜をスパッタ、蒸着、CVD、めっき等により前記溝4Xの深さより厚く形成し、研磨により上部の余分な磁性層を除去して表面を平坦化し、下コア4とする。

【0018】第3工程（図6のC）

エッチング剤、例えばCF<sub>4</sub>によるドライエッチングに対してエッチングレートの低い材料（例えば、CaTiO<sub>3</sub>、BaTiO<sub>3</sub>、ZrO<sub>2</sub>、α-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等）を、1～数μmの厚さでスパッタ等により成膜し、イオンミリング等の方法により中間コア（8a、8b）と下コア4が接続する部分を除去する。この層がスペーサ14（厚さs）となる。また、スペーサ14の端部14aをテーパ形状にすることによって、磁界をより急峻にすることができる。テーパ形状は、イオンミリング加工時にイオンビーム入射角を適当に選んでやることにより容易に得られる。

【0019】第4工程（図6のD）

下コア4、スペーサ14上に、SiO<sub>2</sub>、TiO<sub>2</sub>、W<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等の絶縁層5を1～5μm形成する。

【0020】第5工程（図6のE）

絶縁層5中に、コアと同じようにコイル状の溝をエッチングにより形成し、Cu、Al、Au、Ag等の導体膜を蒸着、スパッタ、めっき等により形成して、研磨により上層の余分な導体を除去して表面を平坦化し、コイル10とする。このコイル溝の形成時、スペーサ14が被加工材である絶縁層5よりエッチングレートが遅い材料としてあるので、スペーサ14はエッチングストッパとして働き、スペーサ14の上部でエッチングは停止し、下コア4までエッチングが進行することを防止する。スペーサ14により、コイル10と下コア4との電気的な絶縁がとられる。

【0021】第6工程（図6のF）

上コア（9）とコイル10との電気的な絶縁のためにSiO<sub>2</sub>、TiO<sub>2</sub>、W<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等の絶縁層15を0.1～1μm形成する。

【0022】第7工程（図6のG）

前部中間コア8aの溝8aXをフォトリソグラフィとエッチングにより形成する。この時、溝8aXを下コア4の磁性体までエッチングせず、ギャップ長分残してエッチングを止め（厚さt）、残った絶縁層が（磁気）ギ

ギャップ7となる。エッチング途中で露出するスペーサ14はエッチングレートが小さいため、エッチングによる膜厚の減少は殆ど無い。

【0023】第8工程(図7のA)

後部中間コア溝8bXをエッチングする。この時、溝8bXは下コア4に達するまでエッチングする。

【0024】第9工程(図7のB)

中間コアの溝8aX, 8bXにFe, Co, Niを主成分とした軟磁性薄膜をスパッタ、蒸着、CVD、めっき等により溝の深さより厚く成形し、研磨により上部の余分な磁性層を除去して表面を平坦化し中間コア8a, 8bとする。

【0025】第10工程(図7のC)

中間コア8a, 8b上に、SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, W<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等の絶縁層11を1~10μm形成する。

【0026】第11工程(図7のD)

絶縁層11に、下コア4と同じように上コア9を形成する。

【0027】第12工程(図7のE)

コイル10の上層の絶縁層11にスルーホールをエッチングにより形成しスルーホール内を導体12で充填し、Cu, Al, Au, Ag等の導体膜を蒸着、スパッタ、めっき等により1μm前後形成しフォトリソグラフィとエッチングによりリード線13を形成する。最後にチップを切断し、X-X線まで研磨等の工程により加工し、所定の磁気ヘッドの形状にする。

【0028】【実施例2】第2図は、(磁気)ギャップ7を上コア9と中間コア8aの間に設定した薄膜磁気ヘッド16である。この薄膜磁気ヘッド16では、上コア9と中間コア8aの間にスペーサ14を設けてある。

【0029】【実施例3】第3図は、2層のコイルパターン10-1, 10-2, 2層の下中間コア8a-1, 8b-1, 上中間コア8a-2, 8b-2からなり、(磁気)ギャップ7を下コア4と下中間コア8a-1の間に設定した薄膜磁気ヘッド17ではある。この薄膜磁気ヘッド17は、下コア4と下中間コア8a-1の間にスペーサ14を設けてある。

【0030】【実施例4】第4図は、2層のコイルパターン10-1, 10-2, 2層の下中間コア8a-1, 8b-1, 上中間コア8a-2, 8b-2からなり、(磁気)ギャップ7を下中間コア8a-1と上中間コア8a-2の間に設定した薄膜磁気ヘッド18である。この薄膜磁気ヘッド18では、下中間コア8a-1と上中間コア8a-2の間にスペーサ14を設けてある。

【0031】【実施例5】第5図は、2層のコイルパターン10-1, 10-2, 2層の下中間コア8a-1, 8b-1, 上中間コア8a-2, 8b-2からなり、(磁気)ギャップ7を上コア9と上中間コア8a-2の間に設定した薄膜磁気ヘッド19である。この薄膜磁気ヘッド19では、上コア9と上中間コア8a-2の間にスペーサ14を

設けてある。

【0032】実施例2~5に示した薄膜磁気ヘッド14~17においても、平坦な絶縁層が積み重ねられ、これら絶縁層内の所定の個所に形成された磁性層が接続され磁気回路を形成しているため、段差のない各絶縁層面でフォトリソグラフィが可能となる。よって、寸法精度の優れた小型のコイルパターン・磁気コアが得られるので、磁気抵抗が低く、性能の良い薄膜磁気ヘッドを得ることが可能となる。

【0033】さらに、寿命寸法(図中の1)を短く設定しても、スペーサ14により中間コア8aの媒体対向面からの垂直方向の厚みLが薄くならないので、コアの部分的な磁束飽和がなく、高抗磁力媒体に記録が可能となる。また、スペーサ(層)14を形成することにより磁束の漏れを減少することができるので、効率の良い記録特性が得られる。さらに、スペーサ14の端部14aをテーパ形状にすることにより、ヘッド先端部分(ギャップ近傍)の磁界がギャップ先端に集中するので、効率の良い書き込みが可能となる。

【0034】

【発明の効果】本発明になる薄膜磁気ヘッドは、下コア、上コア、これらを接続する中間コアが絶縁層中の磁性体により構成され、前記各コアの接続面を含む前記各絶縁層の表面が略平坦であって、前記コアの接続部にギャップを形成してなる薄膜磁気ヘッドにおいて、ギャップを挟むコアの間にギャップ層より厚いスペーサ層を形成したものであるから、寿命寸法を短く設定しても、スペーサによりギャップを挟むコアの媒体対向面からの垂直方向の厚みが薄くならないので、コアの部分的な磁束飽和がなく、高抗磁力媒体に記録が可能となり、さらに、スペーサにより磁束の漏れを減少することができるので、効率の良い記録特性が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明になる薄膜磁気ヘッドの一実施例を示す概略断面図である。

【図2】磁気ギャップを上コアと中間コアの間に設定した薄膜磁気ヘッドの実施例である。

【図3】コイル(及び中間コア)を2層にして、磁気ギャップを下コアと下中間コアの間に設定した薄膜磁気ヘッドの実施例である。

【図4】コイル(及び中間コア)を2層にして、磁気ギャップを上中間コアと下中間コアの間に設定した薄膜磁気ヘッドの実施例である。

【図5】コイル(及び中間コア)を2層にして、磁気ギャップを上コアと上中間コアの間に設定した薄膜磁気ヘッドの実施例である。

【図6】本発明になる薄膜磁気ヘッドの製造工程(第1工程から第7工程)を示す図である。

【図7】本発明になる薄膜磁気ヘッドの製造工程(第8工程から第12工程)を示す図である。

7

8

【図8】従来の薄膜磁気ヘッドを示す概略断面図である。

【図9】従来の薄膜磁気ヘッドを示す概略断面図で、コアが角張っているために磁界が急峻にならない様子を説明する図である。

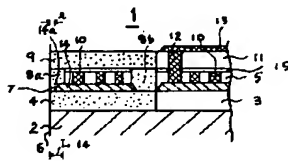
【図10】従来の薄膜磁気ヘッドを示す概略断面図で、寿命寸法の大小により磁路が狭くなる様子を説明する図である。

【符号の説明】

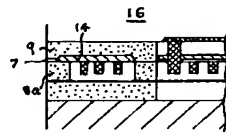
- 1 薄膜磁気ヘッド
- 2 基板
- 3 下部絶縁層
- 4 下コア
- 5 中間絶縁層
- 6 記録媒体対向面

- 7 (磁気) ギャップ
- 8 中間コア
- 8 a-1, 8 b-1 下中間コア
- 8 a-2, 8 b-2 上中間コア
- 9 上コア
- 10 コイルパターン
- 10-1, 10-2 コイルパターン
- 12 下コア
- 14 スペーサ (層)
- 14 a スペーサ (層) の端部
- 15 絶縁層
- 16~19 薄膜磁気ヘッド
- s スペーサ (層) の厚さ
- t ギャップの厚さ (ギャップ長)
- l 寿命寸法 (ギャップ深さ)

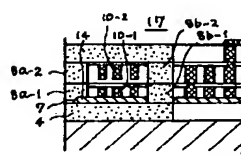
【図1】



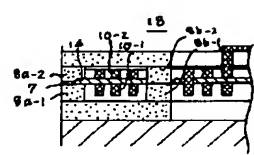
【図2】



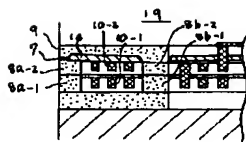
【図3】



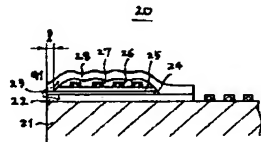
【図4】



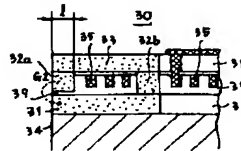
【図5】



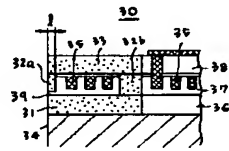
【図8】



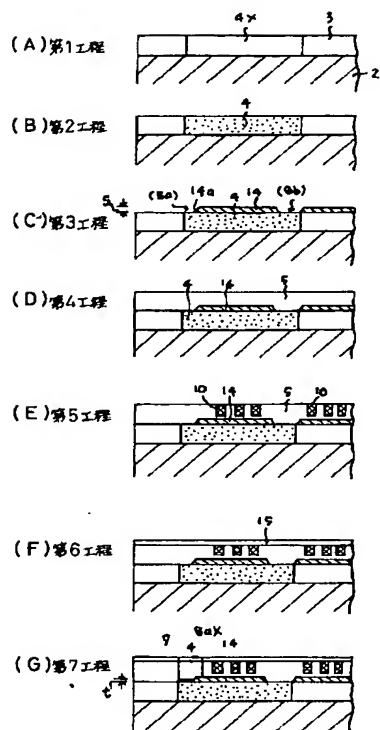
【図9】



【図10】



【図6】



【図7】

